

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТРЕХСЛОЙНОЙ БАЛКИ, ЛЕЖАЩЕЙ ДВУМЯ УЧАСТКАМИ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

А. А. ПОДДУБНЫЙ, А. В. ЯРОВАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На практике приходится сталкиваться со случаями, когда балка опирается на основание двумя участками. Причиной появления зазора между конструкцией и основанием могут быть как техногенные условия в зоне строительства, так и природные условия. Это приводит к изменению расчетной схемы и напряженно-деформированного состояния рассматриваемого элемента, что в ряде случаев может привести к его преждевременному разрушению. Вопросам расчета напряженно-деформированного состояния слоистых стержней, пластин и оболочек уделяется большое внимание, так как во многих случаях эти конструкции являются элементами сложных и ответственных сооружений [1, 2].

Для описания кинематики трехслойного пакета используется гипотеза «ломаной» линии: прямая до деформирования нормаль при изгибе становится ломаной; в несущих слоях нормаль остается перпендикулярной к деформированной оси балки; в заполнителе за счет сдвига она поворачивается на дополнительный угол. Слои несжимаемы по толщине, между ними предусмотрена склейка. Деформации малые. Материалы слоев проявляют упругие свойства, для них справедлив закон Гука.

В качестве искомых величин принимаются три функции: прогиб и продольное перемещение срединной плоскости заполнителя, а также угол поворота нормали в заполнителе за счет сдвига на каждом участке.

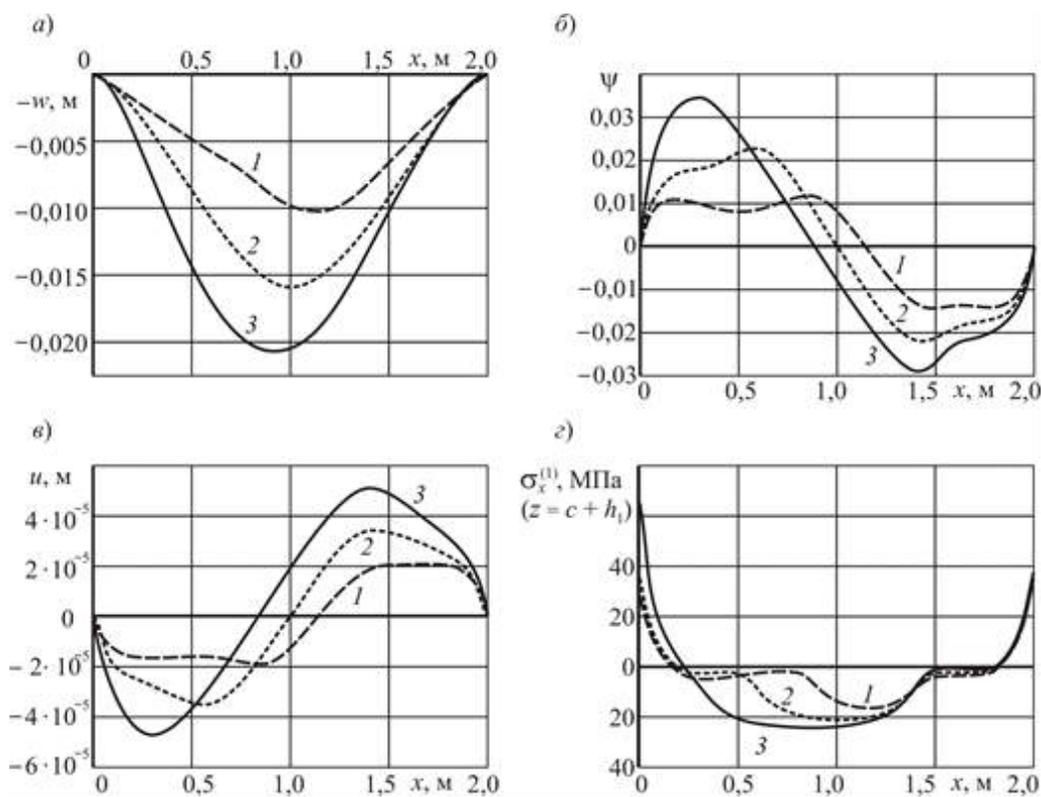
К деформированной балке применяется принцип возможных перемещений Лагранжа, который позволяет получить дифференциальные уравнения равновесия в усилиях на каждом участке, силовые граничные условия и условия для внутренних усилий в точках сопряжения участков. Далее выводится система дифференциальных уравнений в перемещениях и находится ее аналитическое решение для каждого участка [3].

Для определения констант интегрирования необходимо учесть граничные условия и условия сопряжения участков друг с другом. Граничные условия на левом и правом торцах балки при конкретных условиях закрепления (заделка, шарнир, отсутствие опоры) записываются через усилия или перемещения. На границах участков должны выполняться условия равенства перемещений и внутренних усилий с учетом приложенных сосредоточенных внешних сил и моментов, что позволяет составить систему 24 линейных алгебраических уравнений для определения констант интегрирования.

Были получены конкретные аналитические выражения для перемещений трехслойной балки.

Разработаны электронные модели в среде MathCad, с помощью которых получены числовые результаты для нескольких видов трехслойных пакетов при различных распределенных и сосредоточенных нагрузках, жесткости и длине участков опирания на упругое основание и условиях закрепления торцов [4].

Рисунок 1 иллюстрирует изменение прогиба $w(a)$, сдвига в заполнителе $\psi(b)$, продольных перемещений $u(c)$ и нормальных напряжений на наружной поверхности 1-го слоя (σ) по длине стержня при $x_2 = 0,7l$ и различной длине участка I . Для симметрично нагруженного стержня все графики симметричны, посередине ($x = 0,5l$) наблюдаются максимумы прогибов и напряжений, а сдвиги и продольные перемещения здесь имеют нулевые значения. С изменением длины участка I графики меняются по форме, максимальные прогибы и напряжения возникают в сечениях, находящихся вблизи середины участка II . Чем меньше длины участков опирания, тем больше перемещения и напряжения. При уменьшении длины участка I с 0,45 до 0,3 м наибольший прогиб увеличивается на 50 %, с 0,3 до 0,15 м – на 32 %.



$$1 - x_1 = 0,45 l; \quad 2 - x_1 = 0,3 l; \quad 3 - x_1 = 0,15 l$$

Рисунок 1 – Изменение прогиба w (а), сдвига в заполнителе ψ (б), продольных перемещений u (в) и нормальных напряжений на поверхности 1-го слоя (з) по длине стержня при $x_2 = 0,7l$ и различной длине участка l

Список литературы

- 1 Старовойтов, Э. И. Локальные и импульсные нагружения трехслойных элементов конструкций / Э. И. Старовойтов, А. В. Яровая, Д. В. Леоненко. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 367 с.
- 2 Старовойтов, Э. И. Вязкоупругопластические слоистые пластины и оболочки / Э. И. Старовойтов. – Гомель : БелГУТ, 2002. – 343 с.
- 3 Поддубный, А. А. Теоретическое и экспериментальное определение перемещений трехслойной балки при неполном контакте с упругим основанием / А. А. Поддубный, А. В. Яровая // Мир транспорта и технологических машин. – 2015. – № 3(50). – С. 256–262.
- 4 Напряженно-деформированное состояние трехслойной балки, частично опертой на упругое основание: регистрационное свидетельство № 5301403768 от 03 марта 2014 г. / А. В. Яровая, А. А. Поддубный / Государственный регистр информационных ресурсов НИРУП ИППС. – 2014.

УДК 378.1

ФОРМИРОВАНИЕ ГОТОВНОСТИ К РЕШЕНИЮ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ ПРЕДПРИЯТИЙ ТРАНСПОРТНОГО КЛАСТЕРА ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕХАНИКИ

А. И. ПОПОВ

Тамбовский государственный технический университет, Российская Федерация

Функционирование предприятий транспортного кластера во многом определяется поведением и личностными характеристиками включенных в них людей. Потребность хозяйствующих субъектов в инновационных преобразованиях детерминируют запрос к системе подготовки кадров: наиболее конкурентоспособными на рынке труда будут те люди, которые не просто обладают совокупностью знаний, умений и навыков по отдельным областям профессиональной деятельности, а имеют психологическую устойчивость и готовность к их применению в условиях конкуренции, способны решать нестандартные задачи как в области техники и технологий, так и в процессе организационно-